

**Caracterização e mapeamento do
uso e cobertura da terra no Comperj,
Estado do Rio de Janeiro, Brasil**



ISSN 1678-0892

Dezembro, 2011

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Solos

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 173

Caracterização e mapeamento do uso e cobertura da terra no Comperj, Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo

Rachel Bardy Prado

Bernadete da Conceição C. G. Pedreira

Rodrigo Sá de Araújo

Embrapa Solos

Rio de Janeiro, RJ

2011

Embrapa Solos
Rua Jardim Botânico, 1.024 - Jardim Botânico - Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2179-4500
Fax: (21) 2274-5291
Home page: www.cnps.embrapa.br
E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Daniel Vidal Pérez
Secretário-Executivo: Jacqueline Silva Rezende Mattos
Membros: Ademair Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Maurício Rizzato Coelho, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro, Quitéria Sônia Cordeiro dos Santos.

Supervisor editorial: Jacqueline Silva Rezende Mattos
Normalização bibliográfica: Ricardo Arcanjo de Lima
Revisão de texto: André Luiz da Silva Lopes
Foto da capa: Elaine Cristina Cardoso Fidalgo
Editoração eletrônica: Jacqueline Silva Rezende Mattos

1ª edição
1ª impressão (2011): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

F449c Fidalgo, Elaine Cristina Cardoso.

Caracterização e mapeamento do uso e cobertura da terra no Comperj, Estado do Rio de Janeiro, Brasil / Elaine Cristina Cardoso Fidalgo ... [et al.]. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011.

39 p. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892 ; 173).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html> >.

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2011).

1. Sensoriamento remoto. 2. Processamento digital 3. Classificação digital de imagem. I. Prado, Rachel Bardy. II. Pedreira, Bernadete da Conceição C. G. III. Araújo, Rodrigo Sá de. IV. Título. V. Série.

CDD (21.ed.) 631.47

© Embrapa 2011

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Objetivos	10
Material e Métodos	10
Caracterização da área de estudo	10
Procedimentos metodológicos	15
Resultados e Discussão	24
Resultados da aplicação dos diferentes classificadores na área teste .	24
Classificação	27
Verificação de campo	31
Mapeamento do uso e cobertura da terra e cálculo de áreas das classes mapeadas	34
Considerações Finais	36
Referências Bibliográficas	37
Anexo - Mapa Uso e Cobertura da Terra do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro em 2009	41

Caracterização e mapeamento do uso e cobertura da terra no Comperj, Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Elaine Cristina Cardoso Fidalgo¹

Rachel Bardy Prado¹

Bernadete da Conceição C. G. Pedreira¹

Rodrigo Sá de Araújo²

Resumo

Neste estudo, o uso e cobertura da terra foram mapeados para a área do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj), localizado no limite das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu, pertencentes à bacia da baía de Guanabara. Trata-se da etapa inicial do monitoramento do uso e cobertura da terra, visando fornecer subsídios às ações da Embrapa no *Projeto Corretor Ecológico Comperj*, dentre elas a revegetação para o restabelecimento da funcionalidade da paisagem. Os procedimentos metodológicos envolveram definição da legenda; organização de material cartográfico e de apoio em uma base de dados; seleção de imagem de alta resolução e seu georreferenciamento; realização de testes de diferentes métodos de classificação aplicados a uma área teste; classificação do uso e cobertura da terra; levantamento em campo para verificação de padrões espectrais das classes mapeadas; elaboração do mapa em escala 1:15.000 e cálculo de área. As classes predominantes são Solo exposto, quase que exclusivamente as áreas de terraplanagem para a implantação do empreendimento, e Pastagem, a qual reflete o uso predominante na área antes do empreendimento. Observa-se ainda a presença de poucos fragmentos flores-

¹ Pesquisadora da Embrapa Solos. Email: efidalgo@cnps.embrapa.br, rachel@cnps.embrapa.br, pedreira@cnps.embrapa.br

² Estagiário da Embrapa Solos. Aluno de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Email: rodrigoaraujo.ufrj@gmail.com.

tais, evidenciando a necessidade de intervenção a fim de permitir o restabelecimento das funcionalidades ambientais desta área.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, imagem de alta resolução, processamento digital de imagem, classificação digital de imagem.

Characterization and mapping of land use and cover in Comperj, Rio de Janeiro State, Brazil

Abstract

In this study, land use and cover of the area of the Petrochemical Complex of Rio de Janeiro (Comperj) were mapped. This area is located in the watersheds of rivers Guapi-Macacu and Caceribu, inside the Guanabara bay watershed. This is the initial stage of monitoring land use and cover to provide subsidies to develop the Project Comperj's Ecological Corridor, carried out by Embrapa, aiming to reestablish the functionality of the landscape through revegetation. The methodological procedures include definition of the classification legend, organization of digital cartographic data and all supporting material in a database, selection of the high-resolution image, its georeferencing, testing different classification methods applied to a test area, classification of land use and cover, field survey to verify the spectral patterns of mapped classes, and, finally, mapping land use and cover in a 1:15 000 scale, as well as area calculation. The dominant classes are Bared Soil, which is almost exclusively earthworks areas for implementation of the project, and Pasture, which reflects the predominant use in the area before the project. There are also few forest fragments, highlighting the need for intervention to allow restoration of the environmental functionalities of the area.

Index terms: remote sensing, high resolution image, digital image processing, digital image classification.

Introdução

O Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro - Comperj está sendo implantado em uma área de contexto ambiental de grande relevância, pois tem em seu entorno as bacias hidrográficas Guapi-Macacu e Caceribu que possuem diferentes tipos de Unidades de Conservação, e, por sua vez, fazem parte do Mosaico Central Fluminense de Mata Atlântica. Também estas bacias são responsáveis pelo abastecimento de água potável a aproximadamente 2 milhões de pessoas (Figura 1).

Por esta razão, o Projeto Corredor Ecológico Comperj, sob a coordenação da Embrapa, propõe, dentre outras atividades, a revegetação das áreas do Comperj que não serão ocupadas pelas instalações da planta industrial do empreendimento, visando restabelecer as funcionalidades ambientais. De forma complementar, prevê estudos de modelos de conexão entre a área revegetada e os demais fragmentos das bacias hidrográficas onde o Comperj encontra-se inserido.

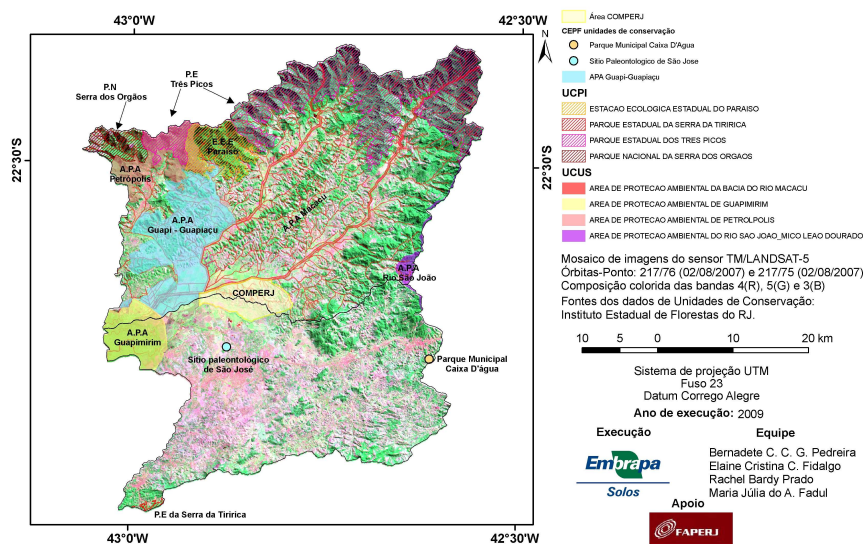


Figura 1. Composição colorida de imagens do sensor TM-Landsat 5 de 2007 com indicação dos limites das bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu e das unidades de conservação e do Comperj.

Fonte: Pedreira et al., 2009.

Visando acompanhar o restabelecimento da paisagem e verificar se os modelos aplicados no replantio estão obtendo sucesso na área do Comperj, iniciou-se em 2010 o monitoramento de diversos indicadores ambientais e, dentre estes, está previsto o monitoramento do uso e cobertura da terra.

Para obter informações sobre a dinâmica da cobertura da terra da área do Comperj e subsidiar as ações de revegetação, optou-se pela utilização de imagens orbitais de alta resolução para mapeamento em escala aproximada de 1:10.000, do uso e cobertura da terra em três diferentes períodos, que correspondem ao primeiro (T0), quarto (T1) e sétimo (T2) anos do projeto.

Objetivos

Mapear a cobertura da terra na área do Comperj no início da instalação do empreendimento (marco inicial - Tempo 0), tendo como objetivos específicos:

- a) descrever os procedimentos metodológicos empregados para o processamento digital de imagem orbital de alta resolução; e
- b) espacializar e caracterizar a cobertura da terra na área no ano de 2009.

Embora as intervenções do Projeto sejam apenas na área externa à que será edificada, toda a área do empreendimento foi mapeada para subsidiar o monitoramento das alterações ocorridas no período de sete anos.

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A área do empreendimento Comperj localiza-se no município de Itaboraí. Conforme descrito no Projeto Corredor Ecológico Comperj, Caracterização do Ambiente (EMBRAPA, 2007 a e b), "Itaboraí" significa, na língua tupi, "Pedra Bonita".

A área está inserida em região sedimentar da bacia da Guanabara. Os sedimentos desta bacia são sobrepostos ao embasamento cristalino Proterozóico – Complexo São Fidelis/Pão de Açúcar (FONSECA, 1998 apud CURCIO et

al., 2009). A estratigrafia sedimentar da bacia é constituída por sedimentos Terciários Pré-Macacu e Macacu.

Segundo Curcio et al. (2009), as formações do Proterozóico e Terciário compõem as paisagens de encosta da área e os sedimentos aluviais pertencentes às bacias hidrográficas dos rios Guapi-Macacu e Caceribu constituem os ambientes de planícies. Observa-se também que as formações do Proterozóico apresentam altitudes mais elevadas e maiores declividades que as do Terciário.

A temperatura média estimada na área do Comperj, município de Itaboraí, é de 21,4°C (Tabela 2) e a variação entre os valores mínimos e máximos de temperatura média (amplitude térmica) encontra-se entre 8 e 9,8°C. Os maiores valores de temperatura média do ar ocorrem nos meses de dezembro a fevereiro, aproximadamente 24,3°C sendo que o mês de fevereiro é o que apresenta maior valor de temperatura máxima média (29,7°C). Ao passo que nos meses de junho a julho as temperaturas médias ficam em torno de 18°C, com média das mínimas de 14,3°C (GONÇALVES, 2010).

Segundo Gonçalves (2010), na região onde se insere o Comperj frequentemente são registrados, nos meses de verão, eventos de chuva com alta intensidade em pequeno intervalo de tempo. Estes eventos acarretam danos aos municípios, tanto na área urbana quanto na rural. É comum ocorrerem enchentes no período que vai de final de dezembro até final de março. O valor máximo registrado de precipitação pluviométrica em série histórica entre 1968 e 2009, em 24 horas, foi de 442 milímetros em 23/12/2003. Observa-se na Figura 2 que, em termos médios, os meses mais chuvosos correspondem a novembro, dezembro e janeiro com 181, 213 e 210 mm, respectivamente, o que representa se somados, a 41 % do total anual. Os meses onde ocorrem as menores alturas precipitadas situaram-se entre junho a agosto, sendo junho, o de menor precipitação (47 mm). Em síntese, a média geral da precipitação pluviométrica foi de 1.463 milímetros.

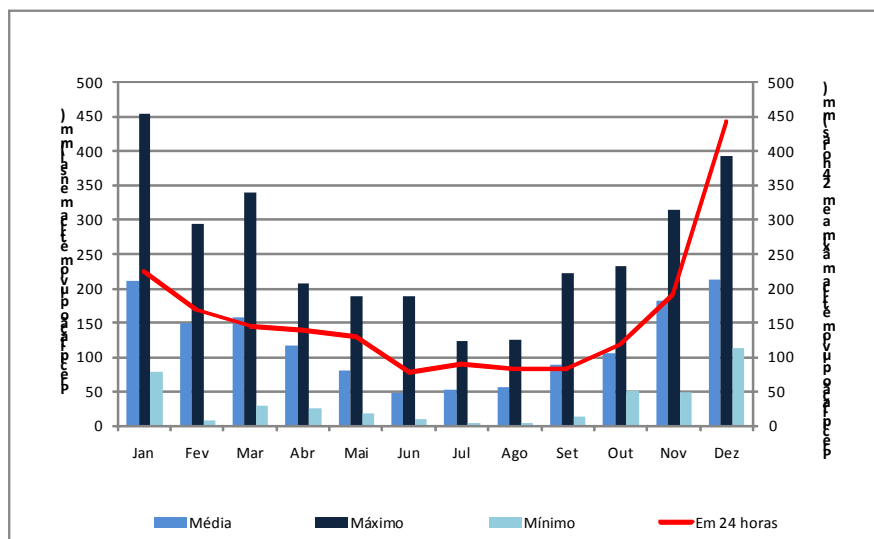


Figura 2. Totais mensais e extremos diários de precipitação pluviométrica (1968-2009) para a área do Comperj.

Fonte: (GONÇALVES, 2010).

O início da apropriação e do povoamento das áreas das bacias hidrográficas dos rios Macacu e Caceribu remonta a meados do século XVI, com o estabelecimento definitivo dos colonizadores portugueses e a fundação da cidade do Rio de Janeiro (CABRAL, 2002). O primeiro núcleo de povoamento originou-se em torno da capela de Santo Antônio, construída em 1612, a qual possuía uma agricultura próspera, o que contribuiu para a sua elevação à categoria de freguesia de Santo Antônio de Casseribu (CARVALHO, 1993). Em 1697, a freguesia foi elevada à vila, denominada Santo Antônio de Sá.

No século XVIII, em Santo Antônio de Sá, a população aumentou e suas atividades econômicas eram a fabricação do açúcar e aguardente, o cultivo da cana-de-açúcar, do anil, gêneros alimentícios, o comércio de lenha, madeiras e carvão (SANTOS, 1974). A estrutura portuária, urbana e comercial surgidas na baixada da Guanabara devido à cana-de-açúcar acabou servindo também ao ciclo de exploração mineral ao longo do século XVIII.

As unidades de cultivo da cana-de-açúcar e de produção do açúcar, os engenhos, eram praticamente auto-suficientes, isto é, produziam a cana-de-açúcar em larga escala, mas também os gêneros alimentícios para alimentar os escravos e todos aqueles que viviam nas fazendas. A base alimentar da sociedade colonial era composta de alimentos tradicionais das culturas indígenas, como o feijão, a mandioca, o milho e o cará, entre outros (DRUMMOND, 1997). Além desses, criavam-se galinhas, porcos e abelhas. Como os engenhos necessitavam de gado bovino para as moendas e para o transporte da cana-de-açúcar, as fazendas também reservavam as extensas áreas de brejos, cobertas por campos naturais, para sua criação. Das matas extraíam-se a madeira para as construções e a lenha para as moendas de cana-de-açúcar; dos vales extraía-se a argila tabatinga para a fabricação de telhas e tijolos em pequenas e primitivas olarias (MACHADO, 1997).

Na Vila de Santo Antônio de Sá, por exemplo, tamanha foi a relevância do comércio madeireiro que este se tornou uma das atividades mais importantes para a economia do distrito, igualando-se mesmo à agricultura, e chegando a ser o maior produtor de tábuas da capitania fluminense no último quartel dos setecentos, segundo revelam os dados do relatório do Marquês de Lavradio (CABRAL, 2004).

Houve um período de surto cafeeiro na região, impulsionado pelo aumento do preço desse produto no mercado internacional. O aumento da produção do café exigiu maior capacidade de transporte de carga, o que promoveu a construção de ferrovias para escoar a produção no alto da serra. Os vales do Macacu e do Caceribu foram atravessados por uma malha ferroviária considerável, o que promoveu diversas mudanças na dinâmica regional (CARVALHO, 1993).

Ainda que o cultivo do café tenha impactado a economia dos vales do Macacu e do Caceribu pela sua grande aceitação externa, sua passagem pela região foi relativamente curta - de meados da década de 1840 até o início da década de 1870.

Os alagamentos e ocorrências de epidemias, a crise açucareira e, posterior-

mente, a cafeeira e de mão-de-obra devido ao fim da escravidão, contribuíram para um gradativo desinteresse e abandono das terras por parte de grandes proprietários de terras da região. Segundo Grynszpan (2009), estes anos de alagamento e abandono conferiram à baixada uma representação de região de fronteira, como se tivesse retornado a um estado anterior à chegada dos colonizadores.

Segundo Geiger (1956), a decadência do engenho do açúcar transformou a economia de diversas grandes fazendas da baixada da Guanabara, muitas tendo passado a se apoiar na extração vegetal ou na produção de cerâmica, ou criando extensos pastos para rebanhos bovinos ou investindo na plantação de pomares. Este autor ressalta que a produção de laranjas valorizou as terras e provocou uma fragmentação de algumas fazendas em lotes de pequenos sítios com laranjas. Especialmente na baixada da Guanabara, ao longo do segundo e terceiro quartéis do século XX, o cultivo da laranja foi ganhando o espaço deixado pela lavoura canavieira, chegando a ocupar a posição de principal item da pauta de arrecadação do Estado do Rio de Janeiro, anteriormente ocupada pelo açúcar e pelo café.

Na década de 1930 foi iniciada uma série de obras de retificação, saneamento e drenagem da bacia do Macacu-Caceribu, que se estendeu até 1960, culminando com a separação destes rios, fazendo com que o Caceribu passasse a desaguar sozinho na baía de Guanabara e o leito do Macacu fosse desviado para o rio Guapimirim através da construção do Canal de Imunana. Assim, a bacia hidrográfica original foi dividida em duas (MACHADO, 1997). Estas obras diminuíram as enchentes e alagamentos na região, que há séculos dificultavam a ocupação e o uso agrícola das terras da baixada.

No ano de 2006, conforme dados do Censo Agropecuário, 73% da área de estabelecimentos agropecuários do município de Itaboraí estava ocupada por pastagens (Tabela 1).

Tabela 1. Utilização das terras dos estabelecimentos agropecuários, por tipo de utilização, em 2006, em Itaboraí.

Total de estabelecimentos	Área total (ha)	Lavouras ⁽¹⁾		Pastagens ⁽²⁾		Matas e florestas ⁽³⁾	
		Estabelecimentos	Área (ha)	Estabelecimentos	Área (ha)	Estabelecimentos	Área (ha)
249	15.820	280	1.480	158	11.537	58	1.865

(1) Lavouras permanentes, temporárias e cultivo de flores, inclusive hidroponia e plasticultura, viveiros de mudas, estufas de plantas e casas de vegetação e forrageiras para corte.

(2) Pastagens naturais, plantadas (degradadas e em boas condições).

(3) Matas e/ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal, matas e/ou florestas naturais, florestas com essências florestais e áreas florestais também usadas para lavouras e pastoreio de animais.

Fonte: IBGE(2010).

Antes do início da implantação do empreendimento, predominavam pastagens na área atual do Comperj. Isso se deve ao fato desta área estar ocupada predominantemente pela Fazenda Macacu, criadora de gado, mas que também apresentava parte de sua área destinada ao cultivo de laranja. Alterações na cobertura da terra após esse período ocorreram devido à desapropriação e à saída dos antigos moradores do local, seguidas pelas obras para implantação do Complexo Petroquímico.

Procedimentos metodológicos

O mapeamento e a caracterização do uso e cobertura da terra na área do Comperj foi realizado pelo emprego de técnicas de processamento digital de imagens orbitais de alta resolução. Para tal, os métodos empregados envolveram a definição da legenda, a organização da base cartográfica em formato digital e de todo o material de apoio em uma base de dados; a seleção da imagem de alta resolução a ser utilizada; o seu georreferenciamento; a realização de testes de diferentes métodos de classificação aplicados à área teste; a classificação do uso e cobertura da terra; o levantamento em campo para verificação de padrões espectrais das classes mapeadas; e, por último, a elaboração do mapa em escala 1:15.000 e o cálculo de área.

Definição da legenda

As classes de uso e cobertura da terra foram definidas com base na legislação e em mapeamentos anteriores realizados especificamente nessa região (PEDREIRA et al., 2007, 2009). Face à alta resolução das imagens orbitais utilizadas, classes que compreendem áreas reduzidas, como quintal, também puderam ser mapeadas. Sendo assim, a legenda compõe-se das seguintes classes: vegetação em estágio médio de regeneração, vegetação em estágio inicial de regeneração, área agrícola, quintal, pastagem, pasto sujo, solo exposto, corpo hídrico e sombra. A legenda adotada e a sua descrição sucinta são apresentadas a seguir:

a) Vegetação em estágio médio de regeneração

Vegetação em estágio médio de regeneração apresentando fisionomia arbustiva/arbórea, cobertura fechada com início de diferenciação em estratos e surgimento de espécies de sombra. A altura média das árvores varia de 5 a 12 metros e a idade entre 11 e 25 anos. A serrapilheira está sempre presente com muitas plântulas; o sub-bosque também ocorre; e as trepadeiras, quando presentes, são predominantemente lenhosas (BRASIL, 1994).

b) Vegetação em estágio inicial de regeneração

Vegetação em estágio inicial de regeneração apresentando fisionomia herbácea/arbustiva, cobertura aberta ou fechada, com a presença de espécies predominantemente heliófitas. Há plantas lenhosas com altura média de até 5 metros e idade entre 0 a 10 anos. Os indivíduos lenhosos ocorrentes pertencem a, no máximo, 20 espécies botânicas por hectare e as espécies são de crescimento rápido e ciclo biológico curto. As epífitas são raras, podendo ocorrer trepadeiras. Observa-se ausência de sub-bosque e a serrapilheira, quando existente, forma uma camada fina pouco decomposta, contínua ou não (BRASIL, 1994).

c) Pastagem

Campos com vegetação herbácea rasteira. Na área de estudo, são pastagens que foram submetidas a diferentes tipos de manejo, encontrando-se

atualmente sem atividade pecuária. Também foram incluídos os campos higrófilos, os quais apresentam condições de umidade excessiva devido ao afloramento do lençol freático em alguns períodos do ano.

d) Pasto sujo

Campos com vegetação herbácea, entremeada de vegetação arbustiva. Em geral são áreas de pastagem abandonadas em que o processo de sucessão da vegetação original está em fase muito inicial. Nesta classe foram incluídas áreas onde há presença de cambará (*Gochnatia polymorpha*) em estágio inicial de crescimento e também arbustos esparsos, entre eles, o assa-peixe (*Vernonia sp.*), este último ocorrendo com muita frequência nos campos de várzeas da região.

e) Área agrícola

Áreas de produção agrícola em estado de abandono, ocupadas com pequenas glebas de culturas perenes de coco (*Cocos nucifera*) e citros (*Citrus sp.*).

f) Solo exposto

Áreas onde a cobertura vegetal foi removida. Esta classe é composta pela área onde está sendo feita a terraplanagem para a construção do empreendimento e também as áreas sob processos erosivos como, por exemplo, cortes de morros, faces de morros erodidas e áreas degradadas.

g) Corpo hídrico

Classe que representa lagos, muitos localizados próximos aos quintais de antigas residências existentes na área. Hoje se encontram abandonados, apresentando estado de assoreamento e eutrofização avançados na maioria dos casos. Há também um grande lago ao norte da área, em local de grande alteração causado pela terraplanagem.

h) Sombra

Presença de áreas sombreadas na paisagem devido ao relevo ou mesmo,

em alguns casos, às árvores de maior porte. Devido à impossibilidade de precisar o uso da terra nesses locais, a classe foi utilizada para identificar essas condições.

i) Quintal

Áreas próximas a antigas residências existentes na área, atualmente demolidas no todo ou em parte, em que se observa a presença de árvores frutíferas e outras espécies arbóreas e arbustivas, nativas ou exóticas, utilizadas para lenha, cercas-vivas ou outras finalidades. Local onde ainda persistem alguns resquícios de residências e demais construções correspondentes às sedes de chácaras, sítios e fazendas desapropriadas, com a presença de árvores frutíferas e/ou arbustos esparsos. Também foram incluídos nesta classe, áreas de cercas vivas ou similares. O mapeamento desta classe é de interesse pois em alguns quintais ocorrem epífitas de interesse à revitalização da área e alguns serão ainda mantidos e transformados em vitrines para visitação.

Coleta e organização dos dados secundários em base de dados georreferenciados

Dados georreferenciados de levantamentos realizados na área do Comperj fornecidos pela Petrobras em março de 2010, foram organizados em uma base de dados. Os dados disponibilizados foram:

- o mosaico de fotografias aéreas, obtido antes do início da terraplanagem, com resolução espacial de 0,3 metros - imagem em formato ecw;
- o limite da área - vetor, polígono, em formato shape;
- a hidrografia - vetor, linhas, em formato dwg;
- as curvas de nível - vetor, linhas, em formato dwg; e
- os pontos cotados - vetor, linhas, em formato dxf.

Os dados foram armazenados sob sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), datum South America 1969 (SAD69), fuso 23 Sul, e distâncias em metros. Para o processamento e armazenamento desses dados, utilizou-se o programa ArcGIS 9.3.1 da ESRI.

Seleção da imagem e georreferenciamento

A imagem utilizada no mapeamento foi uma imagem do sensor de alta resolução, a bordo do satélite Quickbird, cujas características são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características das imagens do sensor de alta resolução a bordo do satélite Quickbird.

Bandas espectrais	Faixas espectrais (nm)	Resolução espectral (nm)	Resolução espacial (m)	Resolução radiométrica (bit)	Largura da faixa imageada no nadir (km)
Pan	445 a 900	455	0,61		
Azul	450 a 520	70			
Verde	520 a 600	80	2,40	11	16,5
Vermelho	630 a 690	60			
Infravermelho	760 a 900	140			

A imagem selecionada abrange a área do Comperj e corresponde à data de 30 de junho de 2009, com ângulo de visada *off nadir*: 28° e *target azimuth*: 249°, sem cobertura de nuvens, nível de correção LV2A, formato GeoTIFF, Projeção UTM, fuso 23 Sul, datum SAD 69 e distâncias em metros.

Para o processamento digital das imagens foi utilizado o programa ENVI, versão 4.5, cuja licença foi adquirida com o apoio financeiro da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, em 2008. O processamento digital foi aplicado nas imagens multiespectrais - bandas espectrais do azul, verde, vermelho e infra-vermelho - as quais foram utilizadas para o mapeamento do uso e cobertura da terra.

As imagens foram georreferenciadas utilizando-se como referência o mosaico de fotografias aéreas da área. Para o georreferenciamento foram adquiridas as coordenadas geográficas de feições pontuais no mosaico de fotografias aéreas e atribuídas essas coordenadas aos pontos de mesma localização, identificados na imagem Quickbird. Os erros foram analisados, sendo estabelecido como erro máximo 0,7 *pixel*. Após obtenção de pontos distribuídos por toda a área, a transformação da imagem foi realizada selecionando as opções: polinômio de primeiro grau e interpolação vizinho mais próximo. A projeção foi mantida.

Testes dos diferentes métodos de classificação aplicados em área teste

Para a realização dos testes, foi selecionada uma área de teste de 88,72 ha, que corresponde a uma imagem de 387 por 398 *pixels*, a qual continha todas as classes representativas da área de estudo (Figura 3). A imagem foi recortada nos limites da área teste.

Amostras de cada classe de interesse foram selecionadas. Em seguida foram testados cinco diferentes tipos de classificação supervisionada, cada qual com seis diferentes conjuntos de parâmetros selecionados (Tabela 3), porém mantendo o mesmo conjunto de amostras para cada classe.

O método de classificação do paralelepípedo usa uma regra de decisão simples para classificar dados multiespectrais. Os limites utilizados para a decisão quanto ao pertencimento de um *pixel* da imagem a uma classe é dado pelos lados de retângulos formados no espaço *n* dimensional. Esses retângulos têm seus lados definidos por um limite do desvio padrão da média das amostras de cada classe em cada banda espectral.

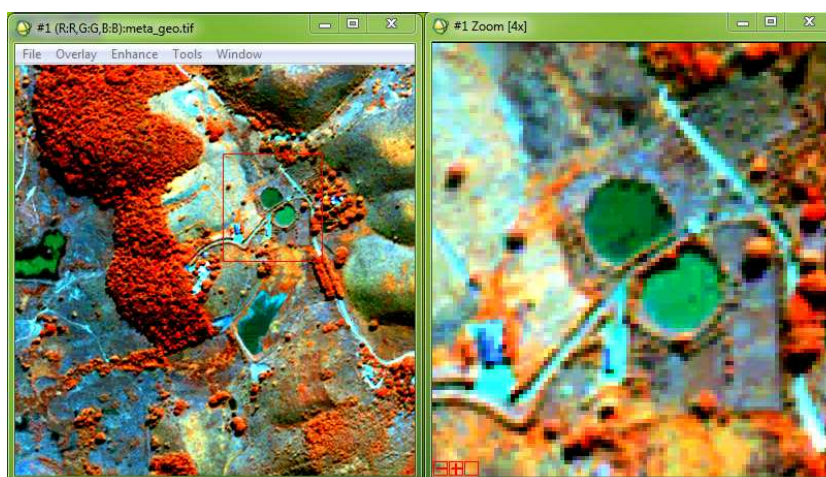


Figura 3. Área de estudo recortada (à esquerda) e detalhe de parte da área em maior escala (à direita).

Tabela 3. Classificadores e parâmetros testados para a área de estudo.

Testes	Paralelepípedo	Mínima Distância	Distância de Mahalanobis	Máxima Verossimilhança	SAM (Spectral Angle Mapper)
1	Desvio padrão da média = 3.0	Desvio padrão = 1 e Distância = 60	Distância máxima = 5.0	Probabilidade = 0.05	Ângulo = 0.05
2	Desvio padrão da média = 1.0	Desvio padrão = 1 e Distância = 100	Distância máxima = 4.0	Probabilidade = 0.5	Ângulo = 0.10
3	Desvio padrão da média = 0.5	Desvio padrão = 2 e Distância = 100	Distância máxima = 3.0	Probabilidade = 0.1	Ângulo = 0.15
4	Desvio padrão da média = 1.5	Desvio padrão = 3 e Distância = 100	Distância máxima = 2.0	Probabilidade = 0.08	Ângulo = 0.20
5	Desvio padrão da média por classe sombra = 0.5 solo exposto = 0.5 corpo hídrico = 0.5 veg. inicial = 0.5 veg. média = 1.0 pasto sujo = 1.0 pastagem = 1.0	Desvio padrão = 4 e Distância = 100	Distância máxima = 1.0	Probabilidade = 0.04	Ângulo = 0.25
6	Desvio padrão da média (diversa) sombra = 1 solo exposto = 1.5 corpo hídrico = 1.0 veg. inicial = 0.5 veg. média = 0.5 pasto sujo = 1.5 pastagem = 1.0	Desvio padrão = 5 e Distância = 100	Distância máxima = 2.5	Probabilidade = 0.01	Ângulo = 0.30

A distância mínima de classificação usa como regra de decisão a menor distância Euclidiana entre cada pixel a ser classificado e o vetor de médias das amostras de cada classe em cada banda espectral. Pode-se estabelecer como limite máximo para o pertencimento de um pixel a uma determinada classe, um valor de distância máxima em relação à média ou de desvio padrão da média.

A classificação da Máxima Verossimilhança (Maxver) assume que os valores dos pixels de cada banda espectral apresentam distribuição normal. Com base na teoria Bayesiana de probabilidade, utiliza-se a média e a variância/covariância das amostras para estimar a probabilidade de cada pixel pertencer a uma classe específica. Cada pixel é atribuído à classe de maior probabilidade de pertencimento (máxima verossimilhança). Pode-se selecionar um limiar máximo de probabilidade para a aplicação dessa regra.

A representação gráfica da distribuição dos valores de pixel utilizados pelos classificadores Paralelepípedo, Distância Mínima e Distância de Mahalanobis pode ser visualizada em Lillesand et al. (2004).

O método de classificação Distância de Mahalanobis é similar ao método Maxver porém assume que as covariâncias entre as classes são iguais. Pode-se estabelecer um valor máximo de distância da média para considerar um pixel pertencente a cada classe.

O método SAM (Spectral Angle Mapper) é um método de classificação que utiliza a informação do ângulo formado entre cada pixel a ser classificado, a origem dos eixos e a média da amostra de uma classe. Ele se baseia na ideia de que o espectro de reflectância observado pode ser considerado um vetor em um espaço multidimensional, sendo o número de dimensões igual ao número de bandas espectrais. Se a iluminação geral aumenta ou diminui (resultado da mistura entre luminosidade e sombras da paisagem), o comprimento de seu vetor aumentará ou diminuirá, mas a orientação angular se manterá constante (LILLESAND et al., 2004). Os ângulos formados entre o pixel e as médias de cada classe são comparados. Os menores ângulos representam relações mais próximas. Pode-se estabelecer um ângulo máximo como regra de pertencimento a cada classe.

Os resultados das classificações foram analisados visualmente e através das matrizes de confusão elaboradas, as quais forneceram o número de pixels classificados corretamente ou que apresentaram erros.

Aplicação de filtros

Algumas das classes a serem mapeadas apresentam um padrão textural

típico. Neste caso, essas classes são mais bem caracterizadas pela variação espectral (ou variação dos valores de nível de cinza dos *pixels*) de sua área do que por um único valor ou por um intervalo de valores espectrais.

Para identificar áreas com mesmo padrão textural, foram aplicados filtros de textura de medidas de ocorrência nas quatro bandas multiespectrais da imagem Quickbird. Os filtros de medidas de ocorrência analisam a textura com base no número de ocorrências de cada nível de cinza observado na janela de processamento.

O filtro de textura aplicado foi o de média, em janela de 3 por 3 *pixels*, o qual apresentou melhores resultados para a identificação do padrão textural observado na imagem.

Classificação

A classificação foi realizada para os alvos separadamente e, depois, os resultados reunidos para interpretação visual e edição do produto final.

Verificação em campo

Os trabalhos de campo foram realizados visando conhecer a realidade local, reconhecer os padrões espectrais das diferentes classes de uso e cobertura da terra na área de estudo, sanar dúvidas para a interpretação das imagens e gerar informações atualizadas. Para tanto, coletaram-se pontos amostrais, de referência, para todas as classes mapeadas.

Em algumas áreas, devido às condições precárias das estradas internas do empreendimento e também às condições de alagamento de alguns pontos, não foi possível o acesso direto para realização do registro amostral de pontos de uso e cobertura da terra. No entanto, alguns desses pontos puderam ser observados de outras posições na paisagem.

A coleta dos pontos foi realizada obtendo-se o posicionamento com auxílio de um GPS (*Global Positioning System*) e os locais foram fotografados. Os resultados foram inseridos na base de dados georreferenciada do projeto, de forma a conter os pontos numerados, a classe observada em campo, a identificação das fotos do local e observações adicionais.

Elaboração do mapa final e cálculo das áreas de cada classe

Após finalização da edição das classes separadamente, as mesmas foram reunidas de acordo com a prioridade estabelecida para compor um único plano de informação: corpo hídrico, área agrícola, quintal, vegetação em estágios inicial e médio de regeneração, solo exposto, pasto sujo e sombra. Essa operação foi realizada no ArcGIS 9.3.1.

Após esta etapa ainda foi necessária a edição de pequenos polígonos restantes. Para compor o mapa de uso e cobertura da terra do Comperj, foram desconsideradas áreas isoladas com dimensões menores que 256 m².

O cálculo da área de cada classe obtida no mapeamento em questão foi realizado no ArcGIS 9.3.1.

Resultados e Discussão

Resultados da aplicação dos diferentes classificadores na área teste

Foram obtidas, ao todo, 30 matrizes de erro, sendo aqui apresentadas as matrizes que representam os melhores resultados para cada método de classificação testado.

Tabela 4. Matriz de confusão resultante da aplicação do classificador paralelepípedo com desvio padrão da média igual a 1,5, aplicado na área teste.

[illegible]

Tabela 5. Matriz de confusão resultante da aplicação do classificador de mínima distância com desvio padrão igual a 1 e a distância mínima igual a 100, aplicado na área teste.

[illegible]

Tabela 6. Matriz de confusão resultante da aplicação do classificador de distância de Mahalanobis com distância máxima igual a 4,0, aplicado na área teste.

[illegible]

Tabela 7. Matriz de confusão resultante da aplicação do classificador Maxver com probabilidade igual a 0,01, aplicado na área teste.

Valores em %	Classes de Referência							
Classificação	Sombra	Solo Exposto	Corpo Hídrico	Veg. Inicial	Veg. Média	Pasto Sujo	Pastagem	Total
Ñ Classificada	0,00	4,77	0,06	0,13	0,00	0,18	0,04	0,23
Sombra	95,55	0,00	16,33	2,01	10,77	0,00	0,00	9,30
Solo Exposto	0,00	86,51	2,47	0,00	0,00	0,00	0,72	3,67
Corpo Hídrico	0,15	0,83	80,43	0,00	0,00	0,00	0,00	9,31
Veg. Inicial	0,00	0,00	0,00	29,45	9,29	3,02	0,21	10,15
Veg. Média	4,14	0,00	0,00	63,77	79,11	2,31	0,32	36,69
Pasto Sujo	0,00	0,00	0,00	3,82	0,75	84,90	10,40	5,66
Pastagem	0,15	7,89	0,71	0,83	0,08	9,59	88,31	24,99
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 8. Matriz de confusão resultante da aplicação do classificador SAM com ângulo igual a 1,5 radianos, aplicado na área teste.

Valores em %	Classes de Referência							
Classificação	Sombra	Solo Exposto	Corpo Hídrico	Veg. Inicial	Veg. Média	Pasto Sujo	Pastagem	Total
Ñ Classificada	82,52	44,13	62,13	1,10	6,00	0,00	17,74	19,07
Sombra	1,84	0,00	0,00	36,55	13,15	9,59	0,10	13,15
Solo Exposto	0,00	52,94	0,03	0,00	0,00	0,00	2,58	2,66
Corpo Hídrico	0,00	0,09	37,43	0,00	0,00	0,00	0,00	4,32
Veg. Inicial	0,69	0,00	0,00	14,58	8,88	0,36	0,01	6,07
Veg. Média	12,50	0,00	0,00	42,25	70,98	0,18	0,00	29,26
Pasto Sujo	2,45	0,00	0,00	5,51	0,98	79,40	21,78	9,28
Pastagem	0,00	2,84	0,41	0,01	0,00	10,48	57,78	16,19
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

A análise das tabelas apresentadas revela o melhor desempenho geral do classificador Maxver, embora houvesse grande variação do desempenho do mesmo para as diversas classes.

Os resultados obtidos na área teste com aplicação dos classificadores supervisionados sobre as quatro bandas da imagem original foram considerados não satisfatórios para a identificação e delimitação de todas as classes de interesse. Para aprimorar a classificação, uma série de procedimentos foi definida para o mapeamento de cada uma das classes de interesse, sendo utilizadas as imagens originais e também imagens processadas com o empre-

go de filtro de média. Em alguns casos, empregou-se também a interpretação visual. Os classificadores supervisionados utilizados foram Maxver e SAM, por apresentarem melhor desempenho na discriminação de algumas classes ao serem aplicados sobre o conjunto de imagens originais e processadas. Cabe salientar que o desempenho final da classificação foi analisado visualmente. O procedimento adotado para a delimitação de cada classe na área de estudo é descrito no item a seguir.

Classificação

Com base nos resultados obtidos nos testes efetuados na área teste e com informações adicionais, definiram-se os procedimentos descritos a seguir para a delimitação de cada classe e a obtenção da classificação final. Estes procedimentos foram adotados devido à impossibilidade de aplicação de um único classificador para a delimitação de todas as classes pretendidas.

a) Classificação da vegetação em estágio inicial e médio de regeneração

Para a classificação da vegetação, verificou-se a dificuldade em distinguir os dois estágios de sucessão da vegetação utilizando o processamento automático. Desta forma, decidiu-se classificar preliminarmente a vegetação sem discriminar seu estágio de regeneração. Para tal, foi realizada uma classificação supervisionada Spectral Angle Mapper (SAM) nas bandas multiespectrais juntamente com as quatro imagens resultantes da aplicação dos filtros de textura.

Amostras de vegetação em estágios inicial e médio de regeneração foram selecionadas. Em vários testes de classificação realizados, observou-se um elevado nível de confusão entre as classes de vegetação e a classe pasto sujo. Para melhor discriminar as classes de vegetação, foram selecionadas amostras de pasto sujo, as quais foram incluídas no processo de classificação.

Para a aplicação do SAM selecionou-se, para as três classes, o ângulo máximo igual a 0,05 radianos. A imagem classificada foi reclassificada reunindo as duas classes de vegetação, uma vez que o classificador não distinguiu os dois estágios de regeneração, e eliminaram-se as áreas classificadas como pasto sujo.

Sobre a imagem reclassificada aplicou-se um processamento de pós-classificação *Clump* do programa ENVI para a eliminação de pixels isolados, adjacentes a áreas classificadas. O processamento foi realizado em uma janela de tamanho 3 x 3 pixels, o que permitiu a redução da ocorrência de pixels classificados isoladamente.

A imagem classificada resultante, em formato *raster*, foi transformada para vetor. Sobre esta, inicialmente foram excluídos os polígonos classificados como vegetação que fossem menores que a área mínima de mapeamento selecionada, igual a 256 metros quadrados. Os polígonos menores que 256 metros quadrados inseridos em área mapeada como vegetação foram classificados como vegetação e integrados a estas.

Em seguida foi feita a edição para correção dos limites da vegetação com base em interpretação visual sobre composição colorida das bandas multiespectrais. A identificação dos dois estágios de sucessão da vegetação foi realizada através da interpretação visual.

b) Classificação da área agrícola

Apesar das áreas agrícolas serem visualizadas na imagem Quickbird devido ao seu padrão contínuo e em talhões, o resultado da classificação pixel a pixel não permitiu a delimitação e a classificação correta dessas áreas devido ao fato de as mesmas estarem abandonadas e com padrão não uniforme. Desta forma, optou-se pela interpretação visual sobre composição colorida das bandas multiespectrais e delimitação manual. Também se utilizou o mosaico de fotografias aéreas mais antigas, para certificação de que as áreas agrícolas visualizadas na imagem Quickbird, pertenciam mesmo à classe área agrícola, uma vez que essas áreas são de culturas perenes que já se encontravam estabelecidas na data da foto aérea.

c) Classificação do quintal

Os limites dos quintais foram traçados com base em interpretação visual sobre composição colorida das bandas multiespectrais. Também se utilizou o mosaico de fotografias aéreas para reconhecimento dos padrões de

quintais. Isso por duas razões: a) o mosaico apresenta melhor resolução espacial quando comparado à resolução das imagens Quickbird e b) na data da aquisição das fotos, as residências da área ainda não haviam sido retiradas, facilitando a identificação dos locais de residências e dos quintais em seu entorno. Além dos quintais, foram incluídas nesta classe, áreas de cercas vivas ou similares, quando maiores que a unidade mínima de mapeamento, 256 metros quadrados.

d) Classificação da pastagem

O mapeamento das áreas de pastagem foi realizado por meio de classificação supervisionada, aplicando o classificador Spectral Angle Mapper (SAM) com ângulo de 0,15 radianos, nas quatro bandas multiespectrais juntamente com as quatro imagens resultantes da aplicação de filtros de textura.

Por ser uma classe que apresentou diferenciados padrões de resposta espectral na imagem Quickbird, esse procedimento exigiu a coleta de variadas amostras digitais. Para tanto foram coletadas amostras estratificadas em três tipos principais de pastagem (1, 2 e 3) que variavam conforme a posição no relevo e, portanto, o teor de umidade, e ainda, segundo o tipo de gramínea e sua biomassa. Também foram amostradas áreas de pasto sujo e solo exposto visando separar adequadamente a pastagem dessas classes de uso. Ao final, as amostras de pastagem foram agrupadas em uma única classe através do procedimento de pós-classificação *Combine class* do programa ENVI.

Após a classificação, também foi aplicado o pós-classificador *Clump*, com janela de dimensão 3x3 pixels para eliminação de pixels isolados.

e) Classificação do pasto sujo

Para o mapeamento do pasto sujo foi realizada primeiramente uma sobreposição em ordem de prioridade de outras classes de uso já mapeadas. Nos interstícios entre as mesmas restaram áreas não mapeadas, em sua maioria constituídas por pastagem, solo exposto e

pasto sujo, sendo este último, a partir daí, delimitado por interpretação visual.

f) Classificação do solo exposto

Para o mapeamento dessa classe foram realizados diversos testes de classificação supervisionada sem a obtenção de um resultado satisfatório. Isso foi devido à diversidade de padrões espectrais da classe solo exposto e à confusão ocorrida entre essa classe e a pastagem. Por essa razão, a delimitação do solo exposto foi realizada com base em interpretação visual.

g) Classificação de corpo hídrico

O mapeamento dos corpos hídricos foi realizado por meio de classificação supervisionada, aplicando o classificador de Máxima Verossimilhança (MAXVER), após aplicação de filtro de textura às bandas da imagem Quickbird. Este classificador foi o que melhor separou a classe corpo hídrico da classe sombra, as quais possuem padrão de resposta espectral muito próximos. O resultado da classificação foi posteriormente editado sobre a imagem Quickbird, visando corrigir áreas que ainda apresentavam confusão entre as classes corpo hídrico e sombra, bem como algumas bordas de lagos que não ficaram bem definidas pela classificação. Devido a processos de assoreamento e eutrofização desses lagos, o padrão espectral em parte de sua superfície é confundido com as classes solo e pastagem.

h) Classificação da sombra

Para a obtenção da classe sombra foi utilizado o mesmo processamento realizado para a obtenção da classe corpo hídrico, destacando que a classificação utilizada (MAXVER), apesar de separar bem as classes corpo hídrico e sombra, subestimou as áreas de sombra, pois em muitos casos as bordas da sombra foram incorporadas às classes vizinhas. Este fato não prejudicou o mapeamento final, pois o percentual de recobrimento da área por sombra era pequeno (ver item resultados e discussão), mas implicou em um trabalho maior de edição.

Verificação de campo

Os trabalhos de campo foram realizados nos dias 06 e 07 de maio de 2010. No total foram visitados 43 pontos distribuídos de forma a representar as diferentes classes de uso e cobertura da terra da área de estudo, conforme as possibilidades de acesso terrestre. A Figura 2 apresenta a localização dos mesmos na imagem do satélite Quickbird de 2009.

Na sequência são apresentadas as Figuras de 3 a 10 ilustrando as classes de uso e cobertura da terra adotadas no presente mapeamento, com exceção à sombra. Todas as fotografias a serem apresentadas são de autoria dos mesmos autores da presente publicação e foram obtidas em maio de 2010.

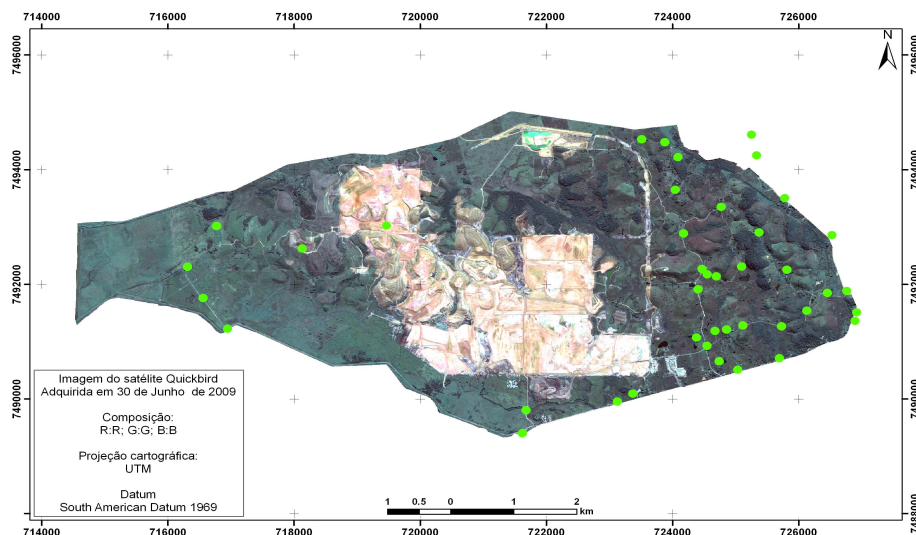


Figura 2. Imagem do satélite Quickbird apresentando os pontos visitados na fase de verificação de campo (em verde).



Figura 3. Vegetação em estágio médio de regeneração.



Figura 4. Vegetação em estágio inicial de regeneração.



Figura 5. Pastagem.



Figura 6. Pasto sujo com presença de cambará (*Gochnatia polymorpha*).



Figura 7. Área agrícola abandonada, coco e citros e, respectivamente.



Figura 8. Solo exposto, corte de morro em processo erosivo e parte da área de terraplanagem do Comperj, respectivamente.



Figura 9. Corpo hídrico, lago.



Figura 10. Quintal com presença de frutíferas.

Maapeamento do uso e cobertura da terra e cálculo de áreas das classes mapeadas

O mapa final é apresentado em escala 1:15.000 (Anexo) devido à limitação do tamanho máximo da folha de plotagem, de tamanho A0, sendo priorizada a apresentação de toda a área em uma única folha. Na Tabela 9 são apresentadas as áreas das classes mapeadas em hectares e em percentual.

Tabela 9. Área das classes de uso e cobertura mapeadas.

Classes de uso e cobertura da terra	Área (m ²)	Área (percentual)
Vegetação em estágio médio de regeneração	5,70	0,13
Vegetação em estágio inicial de regeneração	202,24	4,55
Pastagem	2.620,49	58,90
Pasto sujo	118,73	2,67
Área agrícola	111,89	2,51
Solo exposto	1.330,93	29,91
Corpo hídrico	23,53	0,53
Sombra	5,71	0,13
Quintal	29,96	0,67
TOTAL:	4.449,18	100,00

Observa-se que da área mapeada do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj) (4.449,18 ha), 58,90% encontram-se cobertos por Pastagem (pasto limpo), que atualmente encontram-se sem uso e com predomínio de gramíneas bastante desenvolvidas, já que o gado foi retirado da área desapropriada. Estas áreas encontram-se distribuídas ao longo de toda a área mapeada, predominando na parte oeste do Comperj. Também 2,67% da área são equivalentes à classe Pasto sujo, pois possivelmente foram áreas abandonadas há mais tempo, onde já se nota a presença de vegetação herbácea, entremeada de vegetação arbustiva, como descrito na legenda. Esta classe é mais presente na porção leste do Comperj, por onde as ações do Projeto Corredor Ecológico Comperj deverão se iniciar.

Em termos de fragmentos florestais, a área possui somente o equivalente a 4,68% e, ainda assim, apenas 0,13% representam a classe Vegetação em estágio médio de regeneração. Estes fragmentos deverão ser mantidos e enriquecidos no processo de intervenção do projeto, visando sempre o

restabelecimento da funcionalidade ambiental da região, bem como permitindo a conectividade entre os mesmos e os demais fragmentos vizinhos à área em questão. A classe Vegetação em estágio inicial de regeneração encontra-se mais presente também na porção leste do Comperj, bem como dentro da área de instalação da planta industrial do empreendimento, na sua porção norte. A classe Vegetação em estágio médio de regeneração se encontra em dois fragmentos florestais. A maior extensão desta classe se encontra na área denominada popularmente de Mata da antiga Fazenda Macumba. Para este local foram levados os exemplares da fauna capturados no Comperj após a desapropriação das terras.

A classe Área agrícola, que corresponde a 2,51 % da área em estudo, representa áreas de cultivo de citros e coco, predominantemente na área da antiga Fazenda Macacu (conforme detalhamento da legenda). Encontram-se localizadas essencialmente na porção oeste do Comperj e no trabalho de verificação terrestre, no caso do citros, quase já não foi possível visualizar esta cultura, pois encontra-se invadida por outras espécies arbustivas. Porém, na imagem do satélite QuickBird estas áreas puderam ser identificadas, pelo padrão do plantio em fileiras.

A segunda classe em área mapeada foi o Solo exposto (29,91 %), que inclui a área de terraplanagem do empreendimento. Contudo, o propósito do mapeamento de áreas de solo exposto, especialmente nas regiões de intervenção do Projeto Corredor Ecológico Comperj, foi para que estas áreas pudessem receber manejo adequado do solo, visando o controle dos processos erosivos que comprometem a qualidade do solo e da água e, se não revertidos, podem dificultar ou impedir o processo de regeneração ou crescimento da vegetação.

A classe Quintal, já detalhada na legenda, correspondeu a 0,67 % da área mapeada e foi diferenciada por possuir espécies frutíferas e outras espécies arbóreas e arbustivas, nativas ou exóticas. Algumas destas áreas possuem um potencial para maior enriquecimento, servindo de vitrine aos visitantes do projeto. Esta classe se apresenta na forma de pequenos polígonos distribuídos, predominantemente, na porção leste do Comperj.

A classe Corpo hídrico correspondeu, em sua maioria, aos lagos de tamanhos diferenciados, remanescentes das diversas chácaras e demais propriedades que existiam na região, correspondendo à 0,53% da área mapeada. A exceção foi uma grande área alagada mapeada como corpo hídrico pertencente à terraplanagem na porção norte do mapa. Muitos lagos mapeados, como mencionado na legenda, encontram-se em processo de assoreamento e eutrofização, tendendo a desaparecerem ao longo dos anos, mantidas as condições atuais.

A classe sombra foi equivalente a 0,13% da área de estudo, estando presente principalmente nas áreas com altitude um pouco mais elevadas do proterozóico e terciário (porção leste do mapa), incluindo também sombra da vegetação de maior porte.

Considerações Finais

A imagem de alta resolução permitiu maior detalhamento no mapeamento do uso e cobertura da terra do Comperj e, portanto, o cálculo de área resultante é mais adequado à escala de trabalho. O uso dessa ferramenta será essencial para subsidiar o planejamento das ações de intervenção e demais monitoramentos do Projeto Corredor Ecológico Comperj.

A metodologia empregada, classificação supervisionada da imagem utilizando classificadores *pixel a pixel*, no programa ENVI 4.5, foi eficiente para a separação dos principais alvos de interesse, evitando-se grande trabalho de digitalização, uma vez que as classes são distribuídas ao longo da área mapeada, muitas vezes em pequenos e numerosos polígonos. Porém, a classificação *pixel a pixel*, aplicada em imagens de alta resolução, gera muitos *pixels* isolados e bordas rugosas devido ao nível de detalhamento destas imagens, fatores que são indesejáveis em um mapeamento desta natureza. Uma alternativa para solucionar o problema seria a utilização de programas que fazem a classificação de imagens utilizando modelos de conhecimento baseados em classificação por regiões e orientadas a objetos. Contudo, o custo destes programas é ainda bastante elevado.

O trabalho de verificação terrestre foi fundamental para a confirmação das classes mapeadas, que muitas vezes são confundidas visualmente na imagem, assim como pelo classificador utilizado.

O mapeamento mostrou que há predomínio de Pastagem na área de estudo, com presença de poucos fragmentos florestais de grande relevância, evidenciando a necessidade de intervenção a fim de permitir o restabelecimento das funcionalidades ambientais da área.

Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 6 de 04 de maio de 1994. Estabelece definições e parâmetros mensuráveis para análise de sucessão ecológica da Mata Atlântica no Rio de Janeiro. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília, DF, 07 jun. 1994.

CABRAL, D. de C. Produtores rurais e indústria madeireira no Rio de Janeiro do final do século XVIII: evidências empíricas para a região do Vale do Macacu. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 2, jul./dez. 2004.

CABRAL, D. de C. Floresta, agricultura e extrativismo madeireiro na modelagem da paisagem agrária do Rio de Janeiro colonial tardio: o caso da bacia do Macacu. **Revista de História Econômica e Economia Regional Aplicada**. v. 2. n. 3 ago./dez. 2007.

CARVALHO, J. **As transformações dos usos da terra em Cachoeiras de Macacu**. 1993. 167 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

CURCIO, G. R.; DEDECEK, R. A.; BONNET, A. Geologia, geomorfologia e pedologia. In: BONNET, A.; RESENDE, A. S.; CURCIO, G. R. **Manual de plantio de espécies nativas para o “Corredor Ecológico do COMPERJ”**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia; Colombo: Embrapa Florestas; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. p. 1-26.

DRUMMOND, J. A. **Devastação e preservação ambiental no Rio de Janeiro: os parques nacionais do estado do Rio de Janeiro**. Niterói: EdUFF, 1997. 306 p.

EMBRAPA. Projeto Corredor Ecológico do COMPERJ. **Caracterização do Ambiente**. Rio de Janeiro, 2007a. Carta-contrato nº 0800.0029641.07.3

EMBRAPA. Projeto Corredor Ecológico do COMPERJ. **Modelo Conceitual**. Rio de Janeiro, 2007a. Carta-contrato nº 0800.0029641.07.3

GEIGER, P. P.; MESQUITA, M. G. C. **Estudos rurais da baixada fluminense (1951-1953)**. Rio de Janeiro: IBGE, 1956.(Biblioteca Geográfica Brasileira, 12).

GONÇALVES, A. O. **Monitoramento dos parâmetros agrometeorológicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. Contrato nº 6000.00419115.08.2.

GRYNSZPAN, M. Ação política e atores sociais: posseiros, grileiros e a luta pela terra na Baixada Fluminense. In: FERNANDES, B. M.; MEDEIROS, L. de S.; PAULILO, M. I. **Lutas camponesas contemporâneas: condições, dilemas e conquistas**. São Paulo: Editora UNESP, 2009. 1 v. O campesinato como sujeito político nas décadas de 1950 a 1980.

IBGE. **Censo Agropecuário – Ano 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> . Acesso em: 10 jun. 2010.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. Hoboken, NJ: Jphn Wiley & Sons, 2004.

MACHADO. L.; CASTRO, B. **Gente do Caceribu, sua geografia, sua historia**. Rio de Janeiro: IBG, 1997.

NEGREIROS, D. H. (Org.). **Nossos Rios**. Rio de Janeiro: IBG, 2002. Disponível em: <<http://www.portalbaiadeguanabara.com.br/sitenovo/projeto09.asp>> . Acesso em: 08 set. 2011.

PEDREIRA, B. C. C. G.; ABREU, M. B.; FIDALGO, E. C. C. **Proposta de legenda para o mapeamento de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Macacu**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 31 p. (Embrapa Solos. Documentos, 91).

PEDREIRA, B. C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; FADUL, M. J.; BASTOS, E. C.; SILVA, S. A.; ZAINER, N. G.; PELUZO, J. **Dinâmica de uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas do Guapi-Macacu e Caceribu – RJ**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 66 p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 136).

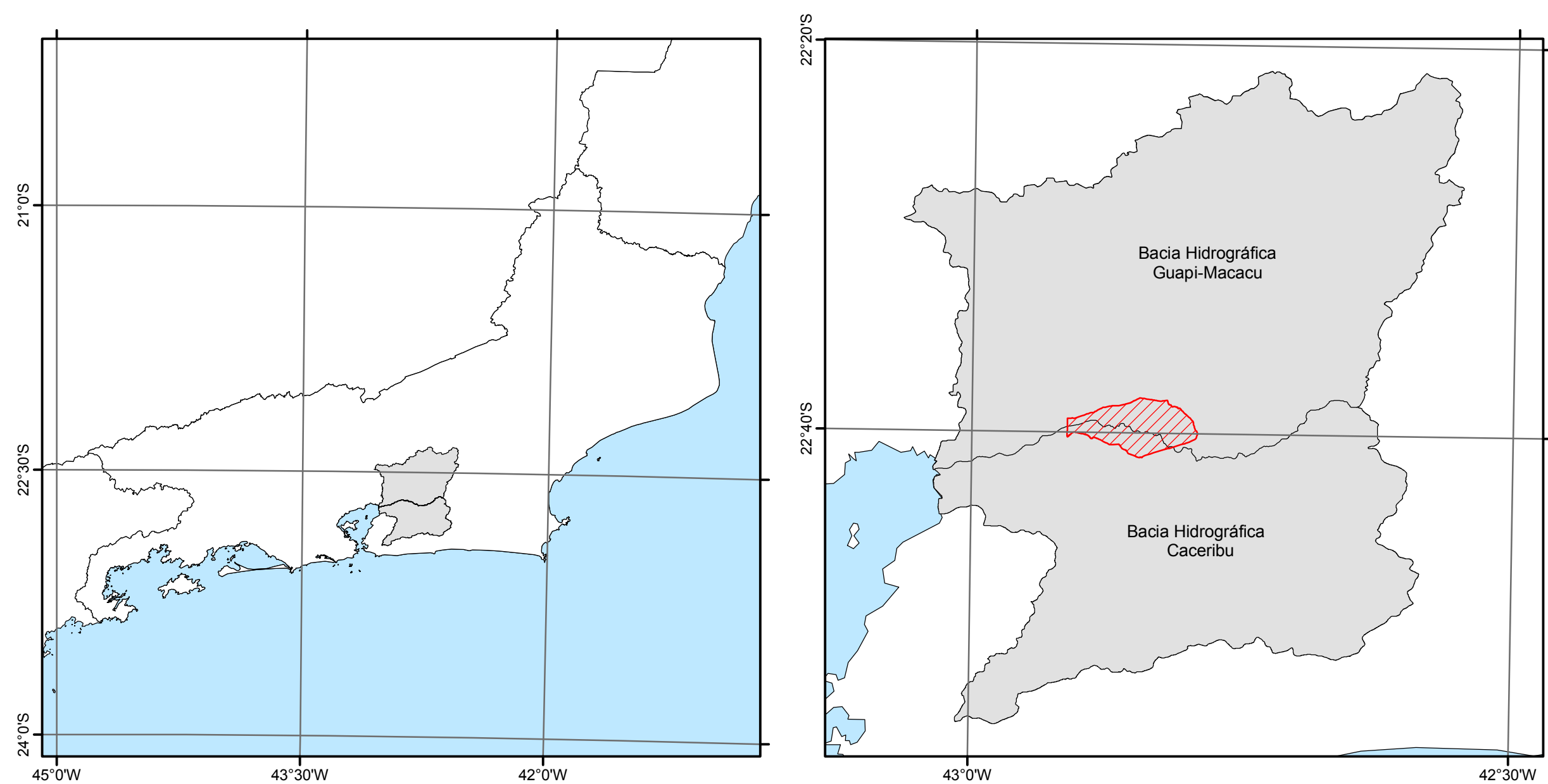
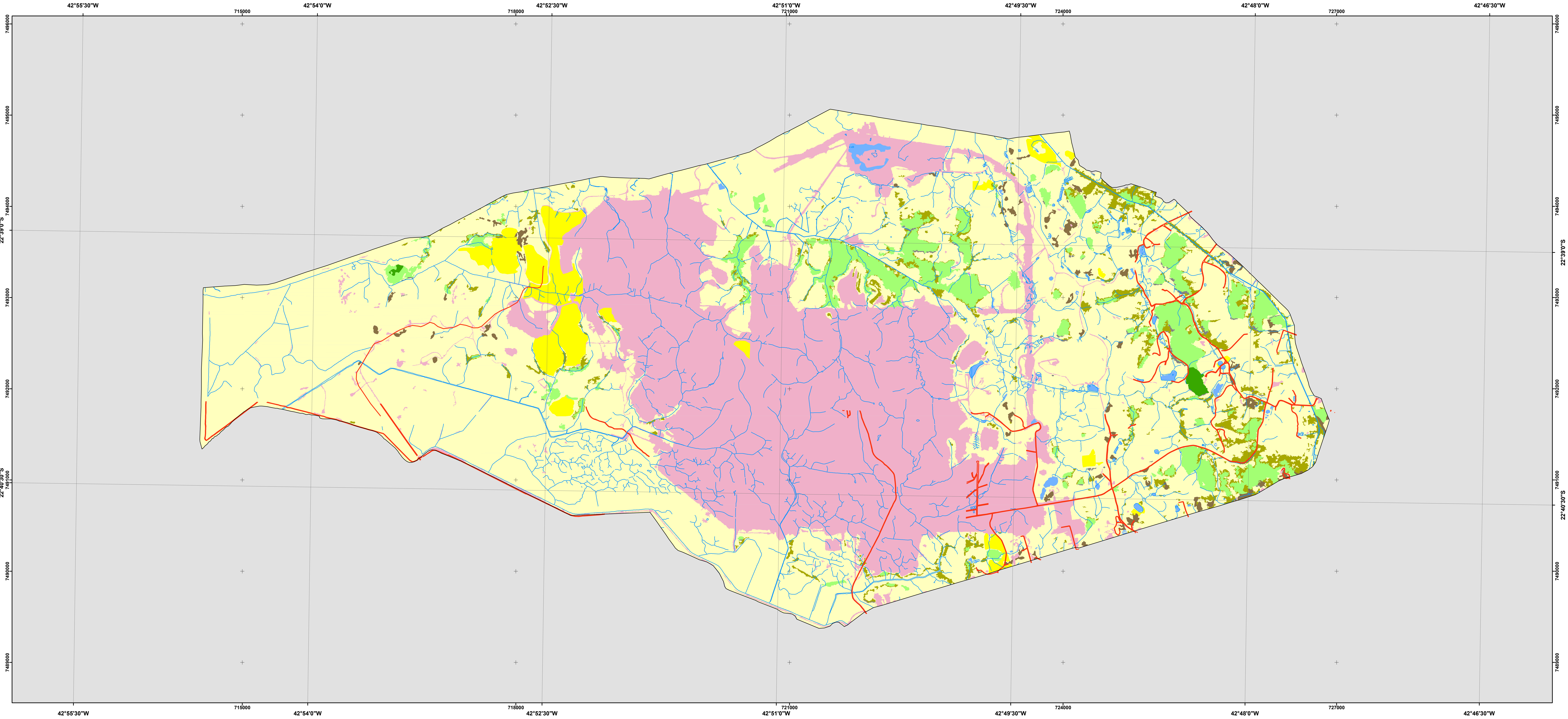
PEDREIRA, B. C. C. G.; FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; CINTRÃO, R. P.; BENAVIDES, Z. C. Demanda e oferta de água nas bacias hidrográficas Guapi-Macacu e Caceribu. em área de Mata Atlântica – RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS , 28., Campo Grande, 2009. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2009.

SANTOS, A. M. **Vida econômica de Itaboraí no século XIX**. 1974. Dissertação (Mestrado em História) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

Anexo

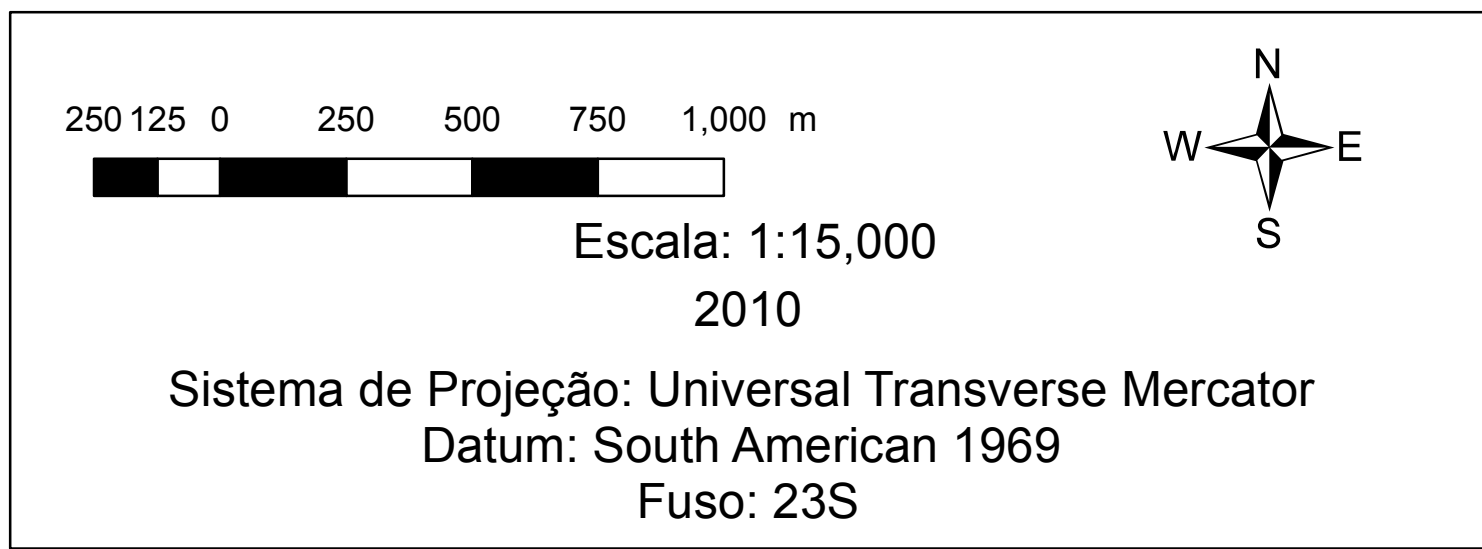
Mapa Uso e Cobertura da Terra do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro em 2009

Uso e Cobertura da Terra do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro em 2009



Legenda

- COMPERJ
- Hidrografia
- Estradas
- Vegetação em estágio inicial de regeneração
- Vegetação em estágio médio de regeneração
- Área agrícola
- Pastagem
- Pasto sujo
- Quintal
- Solo exposto
- Sombra
- Corpo hídrico



Notas Técnicas:

- Mapeamento realizado a partir de imagem orbital do satélite Quickbird em 30 de Junho de 2009
- Hidrografia e estradas fornecidos pela Petrobras - 1:10.000

Autoria:

Elaine Cristina C. Fidalgo
Bernadete C.G.G. Pedreira
Rachel Bardy Prado
Rodrigo Sá de Araujo

Execução

Apoio

Embrapa
Solos

BR
PETROBRAS